

中华人民共和国行业标准

# 体育馆声学设计及测量规程

Code for acoustical design and measurement  
of gymnasium

**JGJ/ T 131—2000**

**J42—2000**

2001 北 京

中华人民共和国行业标准

# 体育馆声学设计及测量规程

Code for acoustical design and measurement  
of gymnasium

**JGJ/T131—2000**

主编单位：中国建筑科学研究院

批准部门：中华人民共和国建设部

施行日期：2001年3月1日

**中国建筑工业出版社**

2001 北京

中华人民共和国行业标准  
体育馆声学设计及测量规程

Code for acoustical design and measurement  
of gymnasium

JGJ/T 131—2000

中华人民共和国行业标准

中华人民共和国行业标准

**体育馆声学设计及测量规程**

Code for acoustical design and measurement  
of gymnasium

JGJ/T 131—2000

\*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）

新华书店经销

北京市黄坎印刷厂印刷

\*

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：1¼ 字数：29 千字

2000 年 12 月第一版 2000 年 12 月第一次印刷

印数：1—5000 册 定价：5.00 元

统一书号：15112·9807

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

# 关于发布行业标准《体育馆声学设计及测量规程》的通知

建标〔2000〕222号

根据建设部《关于印发一九九二年工程建设行业标准制订、修订项目计划（建设部部分第一批）的通知》（建标〔1999〕227号）的要求，由中国建筑科学研究院主编的《体育馆声学设计及测量规程》，经审查，批准为推荐性行业标准，编号JGJ/T131—2000，自2001年3月1日起施行。

本标准由建设部建筑工程标准技术归口单位中国建筑科学研究院负责管理，中国建筑科学研究院负责具体解释，建设部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版。

中华人民共和国建设部

2000年10月11日

# 前 言

根据建设部建标 [1992] 227 号文的要求, 编制组在深入调查研究, 认真总结实践经验, 并广泛征求意见的基础上, 制定了本规程。

本规程的主要内容是: 1. 总则; 2. 建筑声学设计; 3. 噪声控制; 4. 扩声设计; 5. 声学测量等。

本规程由建设部建筑工程标准技术归口单位中国建筑科学研究院归口管理, 授权由主编单位负责具体解释。

本规程主编单位是: 中国建筑科学研究院 (地址: 北京北三环东路 30 号; 邮政编码: 100013)。

本规程参编单位是: 北京市建筑设计研究院

广播电影电视部设计院

东南大学

本规程主要起草人员是: 林杰 项端祈 骆学聪 柳孝图

徐春 王 峥 陈建华 付秀章

# 目 次

1	总则 .....	1
2	建筑声学设计 .....	2
2.1	一般要求 .....	2
2.2	混响时间 .....	2
2.3	吸声与反射处理 .....	3
3	噪声控制 .....	5
3.1	一般要求和室内背景噪声限值 .....	5
3.2	噪声控制和其他声学要求 .....	5
4	扩声设计 .....	7
4.1	一般要求 .....	7
4.2	传声器与扬声器系统的设置 .....	7
4.3	扩声控制室 .....	10
5	声学测量 .....	11
5.1	一般要求 .....	11
5.2	测量仪器 .....	11
5.3	测量条件 .....	12
5.4	测量方法 .....	13
	本规程用词说明 .....	16

规程表 2.2.1-2 规定应指标。

表 2.2.2 声学性能指标及测量方法

1 总 则		
声学性能指标	测量方法	测量时间

**1.0.1** 为保证体育馆的比赛大厅及有关房间满足使用功能要求的听闻环境，测量体育馆的声学特性，检验体育馆声学工程的质量，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于新建、改建、扩建体育馆的声学设计和声学测量。

**1.0.3** 体育馆的声学设计应从建筑方案设计阶段开始。体育馆的建筑声学设计、扩声设计和噪声控制设计应协调同步进行。

**1.0.4** 体育馆声学设计和声学测量除应执行本规程的规定外，尚应符合国家现行有关强制性标准的规定。

式中： $T_{60}$ ——混响时间； $V$ ——容积。

——为常数。

综合体育馆的比赛大厅和观众厅的混响时间应符合表 2.2.1 的规定。

体育馆的比赛大厅和观众厅的混响时间应符合表 2.2.1 的规定。

体育馆的比赛大厅和观众厅的混响时间应符合表 2.2.1 的规定。

体育馆的比赛大厅和观众厅的混响时间应符合表 2.2.1 的规定。

体育馆的比赛大厅和观众厅的混响时间应符合表 2.2.1 的规定。

体育馆的比赛大厅和观众厅的混响时间应符合表 2.2.1 的规定。

体育馆的比赛大厅和观众厅的混响时间应符合表 2.2.1 的规定。

体育馆的比赛大厅和观众厅的混响时间应符合表 2.2.1 的规定。

体育馆的比赛大厅和观众厅的混响时间应符合表 2.2.1 的规定。

体育馆的比赛大厅和观众厅的混响时间应符合表 2.2.1 的规定。

体育馆的比赛大厅和观众厅的混响时间应符合表 2.2.1 的规定。

体育馆的比赛大厅和观众厅的混响时间应符合表 2.2.1 的规定。

体育馆的比赛大厅和观众厅的混响时间应符合表 2.2.1 的规定。

体育馆的比赛大厅和观众厅的混响时间应符合表 2.2.1 的规定。

## 2 建筑声学设计

### 2.1 一般要求

2.1.1 体育馆比赛大厅的建筑声学条件应以保证语言清晰为主。

2.1.2 比赛大厅内观众席和比赛场地不得出现回声、颤动回声和声聚焦等音质缺陷。

2.1.3 确定比赛大厅建筑声学处理方案时,应考虑建筑结构形式、观众席和比赛场地配置、扬声器设置以及防火、耐潮等要求。在处理比赛大厅内吸声、反射声和避免声缺陷等问题时,应把自然声源、扩声扬声器作为主要声源。

### 2.2 混响时间

2.2.1 综合体育馆比赛大厅满场 500~1000Hz 混响时间及各频率混响时间相对于 500~1000Hz 混响时间的比值宜采用表 2.2.1-1、表 2.2.1-2 规定的指标。

表 2.2.1-1 综合体育馆比赛大厅满场 500~1000Hz 混响时间

比赛大厅容积 ( $\text{m}^3$ )	<40000	40000~80000	>80000
混响时间 (s)	1.2~1.4	1.3~1.6	1.5~1.9

表 2.2.1-2 各频率混响时间相对于 500~1000Hz 混响时间的比值

频率 (Hz)	125	250	2000	4000
比值	1.0~1.3	1.0~1.15	0.9~1.0	0.8~1.0

2.2.2 游泳馆比赛厅满场 500~1000Hz 混响时间及各频率混响时间相对于 500~1000Hz 混响时间的比值宜采用表 2.2.2 和本

规程表 2.2.1-2 规定的指标。

表 2.2.2 游泳馆比赛厅满场 500~1000Hz 混响时间

每座容积 ( $\text{m}^3/\text{座}$ )	$\leq 25$	$> 25$
混响时间 (s)	$< 2.0$	$< 2.5$

2.2.3 有花样滑冰表演功能的溜冰馆, 其比赛厅混响时间可按容积大于  $80000\text{m}^3$  的综合体育馆比赛大厅的混响时间设计。冰球馆、速滑馆、网球馆、田径馆等专项体育馆比赛厅的混响时间可按游泳馆比赛厅混响时间设计。

2.2.4 混响时间应按公式 (2.2.4) 分别对 125Hz、250Hz、500Hz、1000Hz、2000Hz、4000Hz 六个频率进行计算, 计算值取到小数点后一位。

$$T_{60} = \frac{0.161V}{-S \ln(1 - \bar{\alpha}) + 4mV} \quad (2.2.4)$$

式中  $T_{60}$ ——混响时间 (s);

$V$ ——房间容积 ( $\text{m}^3$ );

$S$ ——室内总表面积 ( $\text{m}^2$ );

$\bar{\alpha}$ ——室内平均吸声系数;

$m$ ——空气中声衰减系数 ( $\text{m}^{-1}$ )。

2.2.5 室内平均吸声系数应按公式 (2.2.5) 计算:

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum S_i \alpha_i + \sum N_j \alpha_j}{S} \quad (2.2.5)$$

式中  $S_i$ ——室内各部分的表面积 ( $\text{m}^2$ );

$\alpha_i$ ——与表面  $S_i$  对应的吸声系数;

$N_j$ ——人或物体的数量;

$\alpha_j$ ——与  $N_j$  对应的吸声量 ( $\text{m}^2$ )。

## 2.3 吸声与反射处理

2.3.1 比赛大厅的上空应设置吸声材料或吸声构造。

2.3.2 比赛大厅四周的玻璃窗应设有吸声效果的窗帘。

2.3.3 比赛大厅的山墙或其他大面积墙面应做吸声处理。

2.3.4 比赛场地周围的矮墙、看台栏板宜设置吸声构造，或控制倾斜角度和造型。

2.3.2	2.3.3	2.3.4
-------	-------	-------

2.3.5 比赛大厅的声学设计应符合下列规定：1 比赛大厅的混响时间应按下式计算：式中：\$T\$——混响时间，s；\$V\$——比赛大厅的容积，m<sup>3</sup>；\$S\$——比赛大厅的总吸声量，m<sup>2</sup>；\$0.161\$——常数。

2.3.6 比赛大厅的声学设计应符合下列规定：1 比赛大厅的混响时间应按下式计算：式中：\$T\$——混响时间，s；\$V\$——比赛大厅的容积，m<sup>3</sup>；\$S\$——比赛大厅的总吸声量，m<sup>2</sup>；\$0.161\$——常数。

2.3.5	2.3.6
-------	-------

2.3.5	2.3.6
-------	-------

2.3.7 比赛大厅的声学设计应符合下列规定：1 比赛大厅的混响时间应按下式计算：式中：\$T\$——混响时间，s；\$V\$——比赛大厅的容积，m<sup>3</sup>；\$S\$——比赛大厅的总吸声量，m<sup>2</sup>；\$0.161\$——常数。

### 3 噪声控制

#### 3.1 一般要求和室内背景噪声限值

3.1.1 比赛大厅和有关用房的噪声控制设计应从总体设计、平面布置以及建筑物的隔声、吸声、消声、隔振等方面采取措施。

3.1.2 比赛大厅和有关用房的背景噪声不得超过相应的室内背景噪声限值。

3.1.3 体育馆噪声对环境的影响应符合现行国家标准《城市区域环境噪声标准》GB3096 的规定。

3.1.4 当体育馆比赛大厅、贵宾休息室、扩声控制室、电视评论员室和扩声播音室无人占用时,在通风、空调、调光等设备正常运转条件下,室内背景噪声限值宜符合表 3.1.4 的规定。

表 3.1.4 体育馆比赛大厅等房间的室内背景噪声限值

房间种类	室内背景噪声限值
比赛大厅	NR—35
贵宾休息室	NR—30
扩声控制室	NR—35
电视评论员室	NR—30
扩声播音室	NR—30

#### 3.2 噪声控制和其他声学要求

3.2.1 比赛大厅宜利用休息廊等隔绝外界噪声干扰。休息廊宜作吸声降噪处理。

3.2.2 贵宾休息室围护结构的计权隔声量应根据其环境噪声情况确定。

3.2.3 电视评论员室之间的隔墙应有必要的计权隔声量;电视

评论员室的混响时间在频率 125~4000Hz 的频率范围内不应大于 0.5s; 电视评论员室内表面应做吸声处理。

**3.2.4** 通往比赛大厅、贵宾休息室、扩声控制室、电视评论员室、扩声播音室等房间的送、回风管道均应采取消声、降噪和减振措施。风口处不宜有引起再生噪声的阻挡物。

**3.2.5** 空调机房、锅炉房等各种设备用房应远离比赛大厅、贵宾休息室等有安静要求的用房。当其与主体建筑相连时, 则应采取有效的降噪、隔振措施。

频率范围	吸声系数
125-2000	0.20
200-4000	0.25
250-8000	0.30
315-16000	0.35
500-20000	0.40

## 4 扩 声 设 计

### 4.1 一 般 要 求

4.1.1 扩声系统应保证比赛大厅及有关技术用房内有足够的声压级，声音应清晰、声场应均匀。

4.1.2 根据使用要求，体育馆扩声系统应包括可能同时独立使用的以下部分或全部子系统：

- 1) 观众席的扩声系统；
- 2) 比赛场地的扩声系统；
- 3) 运动员、教练员、裁判、医务等人员休息、练习、工作场所的检录呼叫系统；
- 4) 观众休息等房间的音乐、广播系统；
- 5) 馆外入口附近的广播系统；
- 6) 其他系统（如游泳馆的水下扩声系统、体操比赛的音乐重放系统等）。

4.1.3 比赛大厅扩声系统的扩声特性指标可按表 4.1.3 的规定分三级。观众席扩声系统的扩声特性指标应按表 4.1.3 的规定选用；比赛场地扩声系统的扩声特性指标可与观众席同级或降低一级（不含流动式返送系统的扩声特性）。

4.1.4 比赛大厅扩声系统宜采用固定安装与流动设置相结合的方案。

4.1.5 游泳馆、田径馆等专项体育馆比赛厅扩声系统的扩声特性指标，可根据使用要求选取二级或三级。

### 4.2 传声器与扬声器系统的设置

4.2.1 根据使用要求，在主席台、比赛场地四周、裁判席、检录处、安全消防值班处和插播通知处应设扩声传声器插座；扩声

传声器宜采用有利于抑制声反馈、低阻抗平衡输出的传声器。

表 4.1.3

扩声特性指标

等级	特性指标				
	最大声压级	传输频率特性	传声增益	声场不均匀度	系统噪声
一级	105dB	以 125~4000Hz 平均声压级为 0dB, 在此频带内允许 $\pm 4$ dB 的变化 (1/3 倍频程测量); 63~125Hz 和 4000~8000Hz 的允许变化范围由图 4.1.3-1 确定	125~4000Hz 平均不小于 -10dB	中心频率为 1000Hz、4000Hz (1/3 倍频程带宽) 时, 大部分区域不均匀度不大于 8dB	扩声系统不产生明显可觉察的噪声干扰 (如交流噪声等)
二级	98dB	以 250~4000Hz 平均声压级为 0dB, 在此频带内允许 $\pm 4$ dB 的变化 (1/3 倍频程测量); 100~250Hz 和 4000~6300Hz 的允许变化范围由图 4.1.3-2 确定	250~4000Hz 平均不小于 -12dB	中心频率为 1000Hz、4000Hz (1/3 倍频程带宽) 时, 大部分区域不均匀度不大于 10dB	扩声系统不产生明显可觉察的噪声干扰 (如交流噪声等)
三级	90dB	以 250~4000Hz 平均声压级为 0dB, 在此频带内允许 $\pm 10$ dB 的变化 (1/3 倍频程测量)	250~4000Hz 平均不小于 -14dB	中心频率为 1000Hz、4000Hz (1/3 倍频程带宽) 时, 大部分区域不均匀度不大于 10dB	扩声系统不产生明显可觉察的噪声干扰 (如交流噪声等)

注: 表中所列扩声特性指标只供固定安装系统设计时采用。

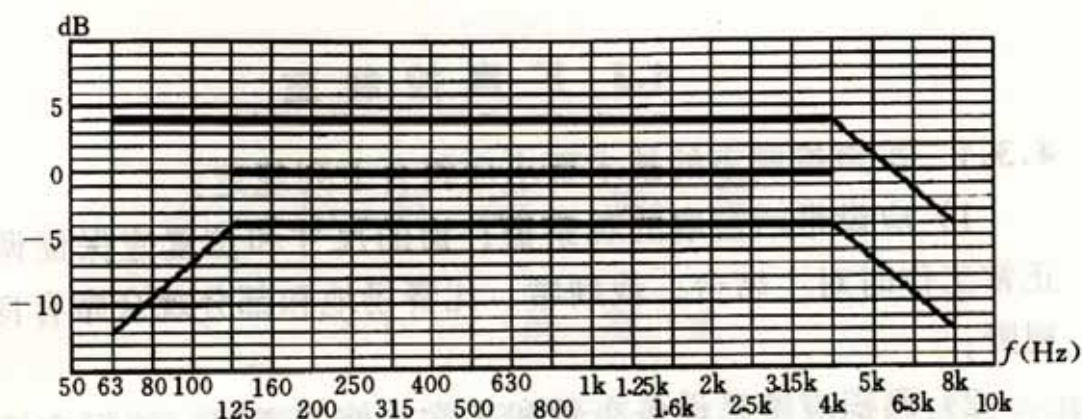


图 4.1.3-1 传输频率特性一级指标

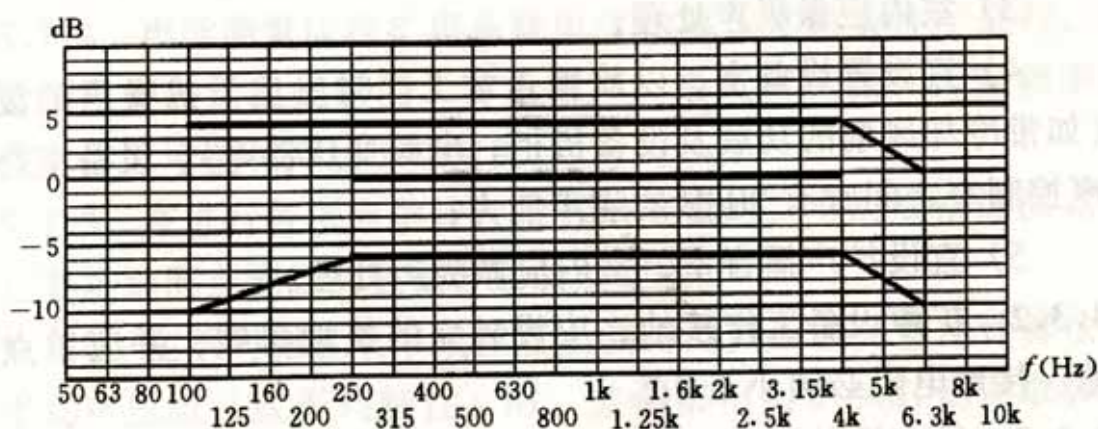


图 4.1.3-2 传输频率特性二级指标

**4.2.2** 主扩声扬声器与可能设置主扩声传声器处之间的距离应大于主扩声扬声器的临界距离。主扩声扬声器与可能设置主扩声传声器处之间的距离和主扩声扬声器的指向性应避免由主扩声扬声器直接返送到可能设置主扩声传声器处的声音干扰比赛大厅内声场。

注：临界距离系指声场中平均直达声能密度与平均混响声能密度相等的点到声源中心的距离。

**4.2.3** 扩声扬声器系统的特性及配置应符合本规程第 4.1.2 条和第 4.1.3 条的规定，应使直达声覆盖均匀。

**4.2.4** 扬声器系统应明装。当暗装时，必须保证扬声器系统的声辐射不受阻挡。应安装牢固，不得因振动而产生噪声。

**4.2.5** 扩声设备之间的互连应符合现行国家标准《声系统设备互连的优选配接值》GB14197 的规定。

### 4.3 扩声控制室

#### 4.3.1 扩声控制室的技术要求应符合下列规定：

1) 应设带活窗扇的观察窗；窗的尺寸和位置应保证调音员正常工作时对主席台、裁判席、比赛场地和部分观众席有良好的视野；

2) 面积应满足设备布置和正常检修的需要。地面宜铺设架空地板，或设置有盖电缆地沟；

3) 室内应做吸声处理；

4) 宜设置设备室，以放置正常工作时发出干扰噪声的设备（如带冷却风扇的功放及设备机柜、电源变压器等）。设备室与扩声控制室之间宜有 20dB 的隔声能力；

5) 宜设扩声播音室，室内应做吸声处理。

4.3.2 扩声设备工作接地，应设独立的接地母线，并应单点接地。接地电阻必须小于  $4\Omega$ 。

4.3.3 扩声设备的电源宜与可控硅调光设备的电源分开。

4.3.4 扩声控制室与比赛场地之间宜留若干对管线。

## 5 声 学 测 量

### 5.1 一 般 要 求

5.1.1 体育馆建成后, 应进行声学测量并提出声学测试报告书。竣工文件应包括最终声学测试结果。

5.1.2 声学测量应在扩声系统电气指标正常的条件下进行。测量项目应包括混响时间、背景噪声、最大声压级、传输频率特性、传声增益和声场不均匀度。

5.1.3 在进行各项声学特性指标的测量时, 可对观众席测点和比赛场地测点测得的数据分别加以处理。

5.1.4 在不同测量频率或位置上测得的声压级, 当用计算法求平均声压级 (或平均特性) 时, 差值都不大于 9dB 则可取算术平均值, 否则应取能量平均值。

5.1.5 测量比赛大厅内声学特性指标的同时, 应用音乐和语言节目对比赛大厅内有代表性的位置作主观试听, 结合测量结果和听感进行必要的调整。

### 5.2 测 量 仪 器

5.2.1 噪声信号发生器应符合现行国家标准《厅堂扩声特性测量方法》GB4959 的有关规定。

5.2.2 测试功率放大器应符合现行国家标准《厅堂扩声特性测量方法》GB4959 中的有关规定。

5.2.3 测试传声器应符合现行国家标准《测试传声器技术条件》GB3661 的规定。

5.2.4  $1/3$  或  $1/1$  oct 带通滤波器应符合现行国家标准《声和振动分析用  $1/1$  或  $1/3$  倍频程滤波器》GB3241 的规定。

5.2.5 声级计应符合现行国家标准《声级计电、声性能及测量

方法》GB3785 中 I 型声级计的规定。

5.2.6 电平记录仪应符合现行国家标准《厅堂扩声特性测量方法》GB4959 中的有关规定。

5.2.7 录音机应符合现行国家标准《磁带录音机基本参数和技术要求》GB2019 中规定的优于盘式 C 级或盒式 B 级指标。

5.2.8 声频电压表应符合现行国家标准《厅堂扩声特性测量方法》GB4959 中的有关规定。

5.2.9 测试扬声器应符合现行国家标准《厅堂扩声特性测量方法》GB4959 中的有关规定。

### 5.3 测量条件

5.3.1 测量前，扩声设备应按设计要求在比赛大厅内安装完毕，并调整扩声系统，使之处于正常工作状态。有系统均衡器时应在测量前调整到系统最佳补偿状态。

5.3.2 测量时，比赛大厅的门、窗、窗帘的状态均应与实际使用时的状态一致。

5.3.3 测量时，扩声系统中调音台的音调调节器应置于“平直”位置。

5.3.4 测量混响时间时，测点处的信噪比应大于 35dB；测量传输频率特性、传声增益、最大声压级、声场不均匀度时，测点处的信噪比应大于 15dB。

5.3.5 测量混响时间可在空场、满场条件下分别进行。其他声学特性的测量可在空场条件下进行。

5.3.6 测点的选取应符合下列规定：

1) 所有测点与墙面的距离均应大于 1.5m。在观众席（含主席台、裁判席、活动观众席）区，测点距地面高度应为 1.2m。在比赛场地区，测点距地面高度应为 1.6m。

2) 对于对称的比赛大厅，测点可在比赛大厅的 1/2 区域或 1/4 区域内（包括对称轴线附近，偏离对称轴线 1.5m 内）选取；对于非对称的比赛大厅，测点应在整个比赛大厅内选取。测点分

布应均匀并具代表性。

3) 传输频率特性、传声增益、最大声压级的测点数, 在观众席区宜选测量区域内座席数的千分之五, 且不得少于 8 点; 在比赛场地内, 不应少于 3 点。

4) 声场不均匀度的测点数, 在观众席区宜选测量区域内座席数的六十分之一; 在比赛场地内不应少于 5 点。

5) 混响时间、背景噪声的测点数, 在观众席区不应少于 6 点; 在比赛场地内不应少于 3 点。

## 5.4 测量方法

5.4.1 测量传输频率特性时, 仪器可按图 5.4.1 联接。并应按现行国家标准《厅堂扩声特性测量方法》GB4959 中的有关规定进行。

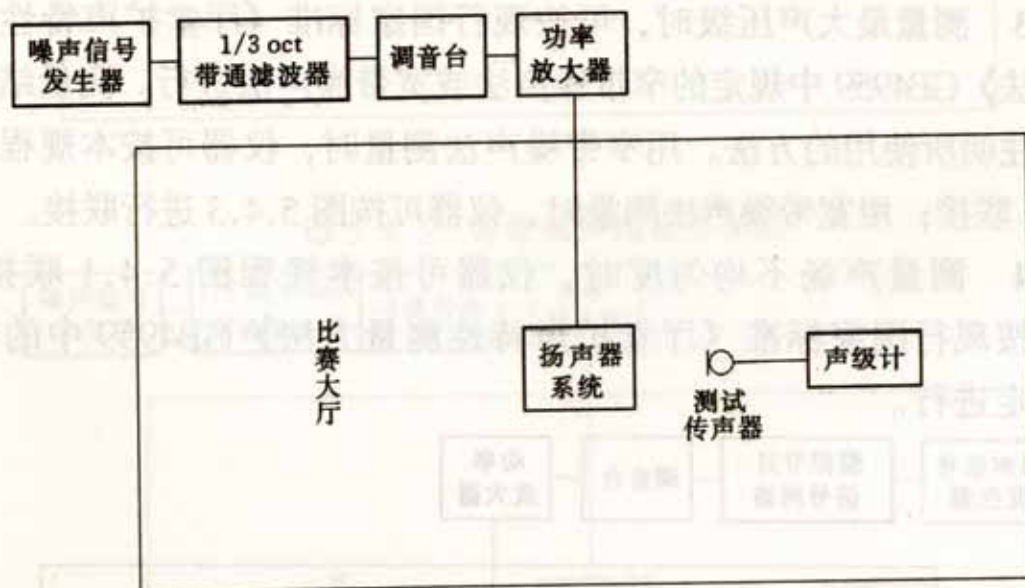


图 5.4.1 传输频率特性测量方框图

5.4.2 测量传声增益时, 仪器可按图 5.4.2 联接。测量时, 传声器应置于设计所定的使用点上, 测试扬声器应置于传声器前 0.5m。当设计所定的使用点不明确时, 传声器可置于主席台第一排中点, 还可增加比赛场地上的使用点 (主席台中线上, 距主席台 2/3 比赛场地宽度)。测量传声增益应按现行国家标准《厅堂扩声特性测量方法》GB4959 中的有关规定进行。

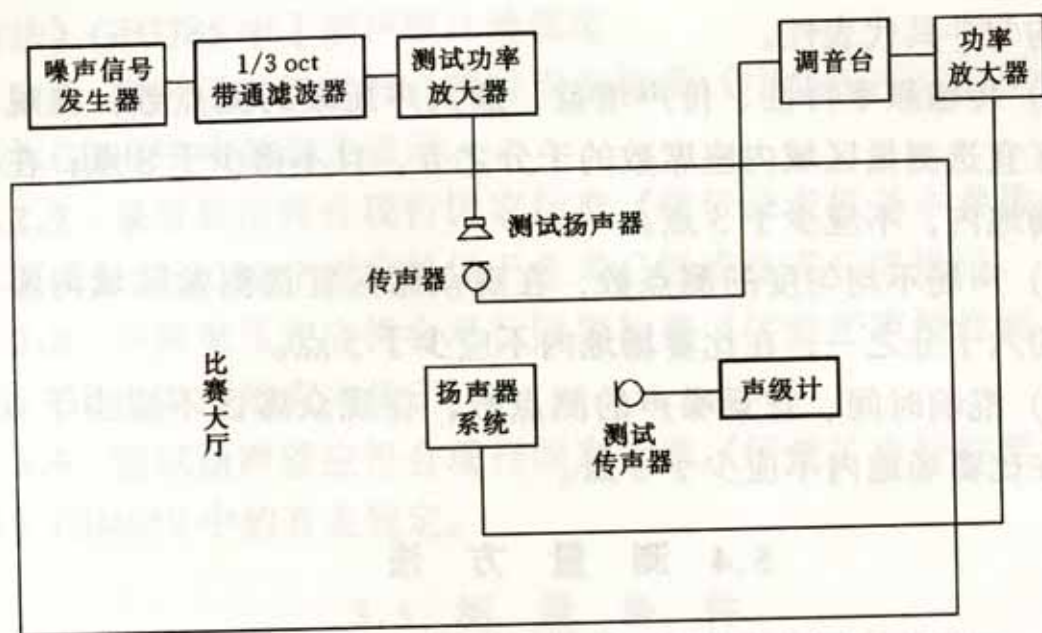


图 5.4.2 传声增益测量方框图

**5.4.3** 测量最大声压级时，可按现行国家标准《厅堂扩声特性测量方法》GB4959 中规定的窄带噪声法或宽带噪声法进行。测量结果中应注明所使用的方法。用窄带噪声法测量时，仪器可按本规程图 5.4.1 联接；用宽带噪声法测量时，仪器可按图 5.4.3 进行联接。

**5.4.4** 测量声场不均匀度时，仪器可按本规程图 5.4.1 联接。并应按现行国家标准《厅堂扩声特性测量方法》GB4959 中的有关规定进行。

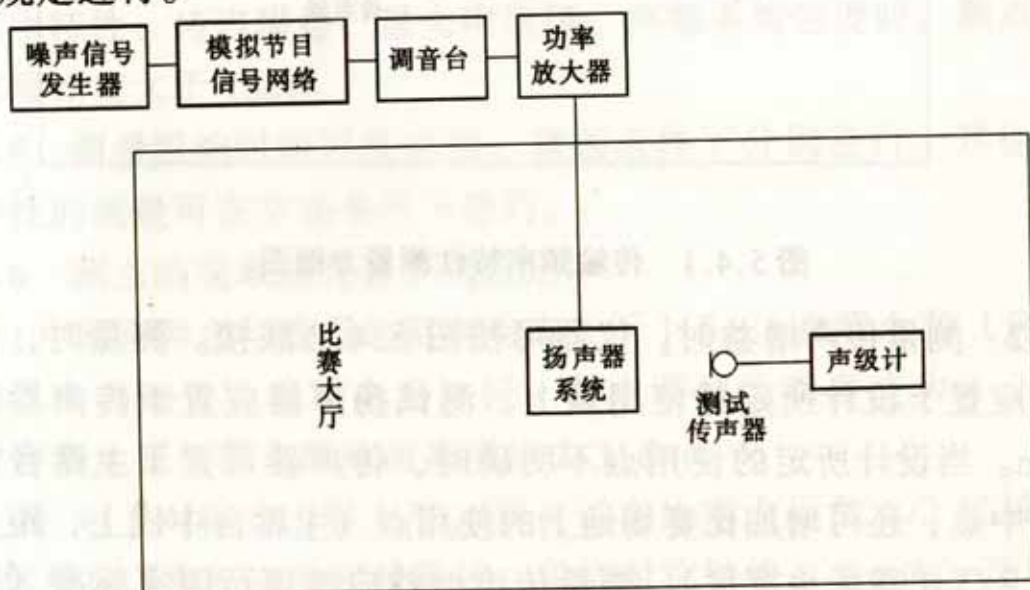


图 5.4.3 宽带噪声法测最大声压级测量方框图

**5.4.5** 测量背景噪声时，仪器可按图 5.4.5 联接。并应按现行国家标准《厅堂扩声特性测量方法》GB4959 中的有关规定进行，测点的选取应按本规程第 5.3.6 条的规定进行。

**5.4.6** 测量混响时间时，仪器可按图 5.4.6 联接，并应按现行国家标准《厅堂扩声特性测量方法》GB4959 中的有关规定进行，测点的选取应按本规程第 5.3.6 条的规定进行。

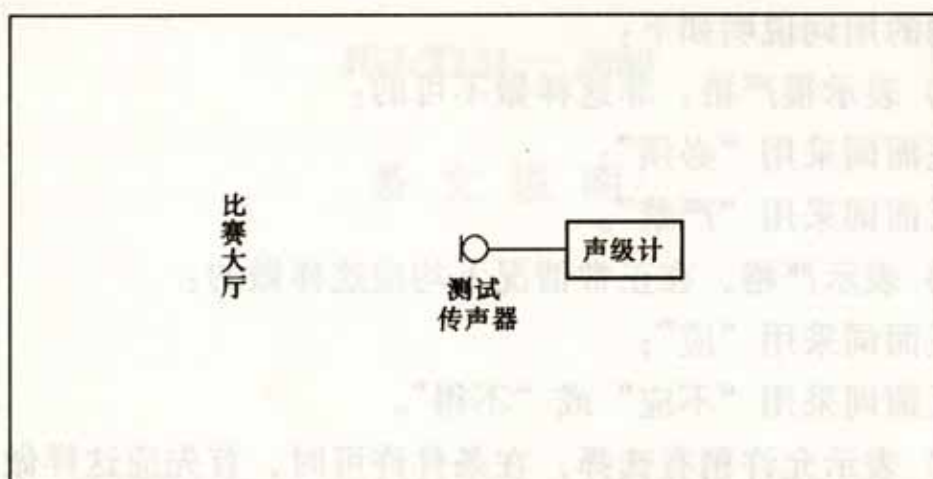


图 5.4.5 背景噪声测量方框图

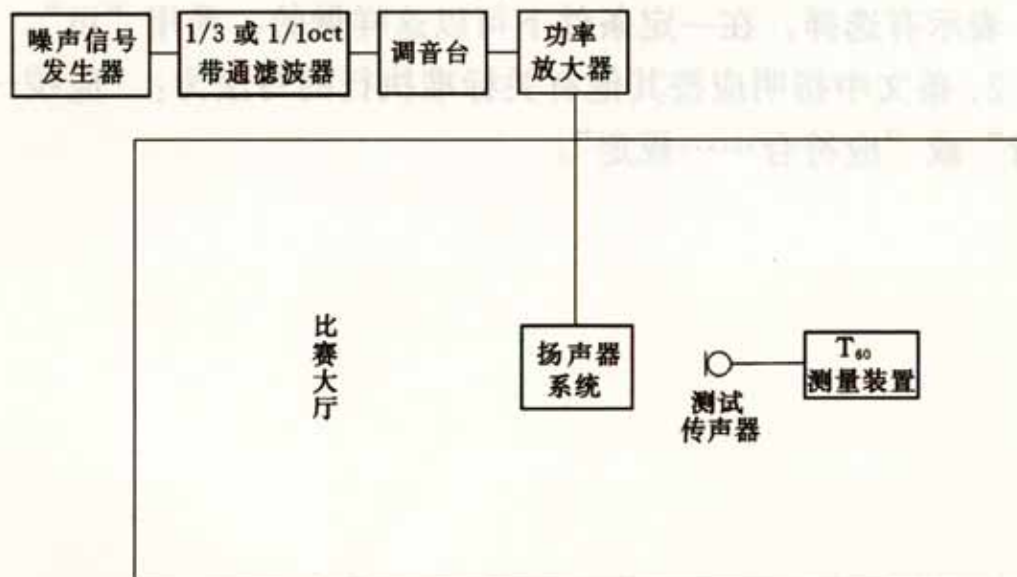


图 5.4.6 混响时间测量方框图

## 本规程用词说明

1. 为便于在执行本规程条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时，首先应这样做的：

正面词采用“宜”；

反面词采用“不宜”。

表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2. 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应按……执行”或“应符合……规定”。

# 中华人民共和国行业标准

## 体育馆声学设计及测量规程

JGJ/T131—2000

### 条文说明

1 总则	1
2 术语	2
3 声学设计	3
4 声学测量	4
5 声学计算	5
6 声学材料	6
7 声学环境	7
8 声学效果	8
9 声学评价	9
10 声学施工	10
11 声学验收	11
12 声学维护	12
13 声学检测	13
14 声学记录	14
15 声学报告	15
16 声学档案	16
17 声学管理	17
18 声学安全	18
19 声学环保	19
20 声学节能	20
21 声学健康	21
22 声学文化	22
23 声学艺术	23
24 声学科技	24
25 声学教育	25
26 声学宣传	26
27 声学交流	27
28 声学合作	28
29 声学创新	29
30 声学发展	30

## 前 言

《体育馆声学设计及测量规程》(JGJ/T131—2000)经建设部2000年10月11日以建标(2000)第222号文批准,业已发布。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位的有关人员在使用本规程时能正确地理解和执行条文规定,《体育馆声学设计及测量规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明,供国内使用者参考。在使用中,如发现本条文说明有欠妥之处,请将意见函寄中国建筑科学研究院。

## 目 次

1 总则 .....	20
2 建筑声学设计 .....	21
2.1 一般要求 .....	21
2.2 混响时间 .....	21
2.3 吸声与反射处理 .....	22
3 噪声控制 .....	24
3.1 一般要求和室内背景噪声限值 .....	24
3.2 噪声控制和其他声学要求 .....	25
4 扩声设计 .....	26
4.1 一般要求 .....	26
4.2 传声器与扬声器系统的设置 .....	26
4.3 扩声控制室 .....	27
5 声学测量 .....	28
5.1 一般要求 .....	28
5.3 测量条件 .....	28
5.4 测量方法 .....	29

## 1 总 则

**1.0.2** 能够进行球类、体操（技巧）、武术、拳击、击剑、举重、摔跤、柔道等体育项目，还有集会、杂技（马戏）、音乐、文艺演出等多种用途的体育馆为综合体育馆。只能进行单独一类体育项目的体育馆为专项体育馆，如：游泳馆、溜冰馆、网球场、田径馆等。综合体育馆对音质要求较高，需要对声学方面有较多投资。专项体育馆对音质要求不高，主要是保证语言清晰、控制噪声和声缺陷。由于综合体育馆、专项体育馆对声学方面的不同要求，设计上也应有所区别。

**1.0.3** 为避免在建筑设计或建筑声学设计已定局，才进行声学设计或扩声设计，致使出现难以补救的缺陷或虽可补救但花费较大或即使经补救效果仍不理想的局面，特制定本条。体育馆的声学环境是建筑声学、扩声系统、噪声水平三者综合的结果，只有相互配合、统一考虑，并得到其他有关工种的支持，才能达到良好的效果。

## 2 建筑声学设计

### 2.1 一般要求

**2.1.1** 建造体育馆的主要目的是为了举行体育比赛，一般体育比赛对声学方面的要求是：保证语言清晰即可。而体育馆的一些多用途使用目的和部分体育项目对声学方面的要求可通过扩声系统加以实现。

**2.1.2** 不论举行体育比赛还是多用途使用，均要求体育馆不能出现声缺陷。而有的体育馆的建筑形式却容易出现声缺陷，因此应注意消除。

### 2.2 混响时间

**2.2.1** 综合体育馆比赛大厅满场混响时间及各频率混响时间相对于 500~1000Hz 混响时间的比值是通过对比音质效果反映较好的综合体育馆的满场混响时间测量结果进行统计分析后得到的。

比赛大厅内 80% 以上的座席上有观众即可认为是满场。

体育馆按容量分类，建筑界较为一致的意见是：大于 7000 座为大型；4000~7000 座为中型；小于 4000 座为小型。近年来建造体育馆往往采用暴露屋架、不设吊顶的形式，使得比赛大厅容积剧增，每座容积达  $10\text{m}^3$  以上，这就可能出现中型体育馆的容积大于大型体育馆、小型体育馆的容积大于中型体育馆的情况，而混响时间与容积成正比关系，所以按比赛大厅容积大小给出混响时间值，使得在比赛大厅容量不大而容积过大的情况下，也能确定较为合适的混响时间。

综合考虑区分大、中、小型体育馆（按容量分类时）的容量数以及容量虽小但容积大的体育馆的每座容积数这两个因素，我们提出按比赛大厅容积大于  $80000\text{m}^3$ 、 $40000\sim 80000\text{m}^3$ 、小于

40000m<sup>3</sup> 这三档给出比赛大厅混响时间值。

**2.2.2** 游泳馆比赛厅混响时间是根据近年来国内、外新建的几座符合国际比赛标准的游泳馆的混响时间提出的。

**2.2.3** 花样滑冰项目要求有优美的音乐播放效果，同时要表现音乐的力度和节奏感，因而混响时间不能太长。另外，能进行花样滑冰项目的溜冰馆往往还有进行冰球、速滑的使用功能，因而比赛厅容积较大，若要求比赛厅混响时间过短，花费将会很多。混响时间过短还会影响音乐的丰满度。综合以上两方面原因，设计具有花样滑冰功能的溜冰馆时，提出混响时间的要求。

冰球馆、速滑馆、网球馆、田径馆等专项体育馆对音质要求不高，以能听清简短致词、通报运动员成绩和人名即可。并且专项体育馆一般容积较大，观众人数相对较少，因此按游泳馆混响时间值设计可满足使用要求。

**2.2.4** 对于计算出的混响时间数值，小数点后第二位数字按数字修约规则处理。

## **2.3 吸声与反射处理**

**2.3.1** 比赛大厅的每座容积值一般都较高，可做吸声的墙面又有限，为了降低比赛大厅的混响时间，需充分利用比赛大厅的上空做吸声。有顶棚的比赛大厅应在顶棚铺吸声材料，暴露顶部网架的比赛大厅可在网架上设置空间吸声体及其他吸声构造。

**2.3.2** 有些比赛大厅采用大面积玻璃窗作为比赛大厅与室外的分隔构造或者在观众席后部的墙上设玻璃窗，这些玻璃窗一般面积都比较大并且玻璃的吸声系数又较低，因此在这些窗前设有吸声效果的窗帘（如：厚重织物窗帘），对增加吸声量、防止出现声缺陷都是有益的。同时窗帘还能起到调节比赛大厅内光线、保温的作用。另外比赛大厅内还会有控制室、电视评论员室等房间的观察窗，这些窗在使用时窗前不能有遮挡物，并且面积一般不大，所以这些窗可不设窗帘。如一定要对这些窗进行声学处理，可将窗玻璃倾斜，把声音反射到无害之处去。

**2.3.3** 比赛大厅内设有记分牌的墙面及部分其他墙面面积较大，无吸声处理易产生强反射或回声，同时比赛大厅内可布置吸声材料的墙面也有限，因此应对比赛大厅的这些墙做吸声处理。

**2.3.4** 比赛场地周围矮墙、看台栏板一般为平行、坚硬平面，容易出现回声、颤动回声，在比赛场地周围的矮墙、看台栏板上设置吸声构造可消除可能出现的声缺陷。

### 3 噪声控制

#### 3.1 一般要求和室内背景噪声限值

**3.1.1** 为了有效而经济地控制噪声，须在建筑物的用地确定后，就将对声环境质量的要求作为总图布置、单体建筑设计的重要依据之一。在此基础上再考虑必要的隔声、吸声、消声、隔振等措施。

**3.1.3** 由于大、中型体育馆采用了空调设备，这些机房及其附属设备（例如冷却塔等）的噪声会对周围环境产生干扰，因此在设计时必须按照国家的有关环境噪声标准同时考虑解决。

**3.1.4** 这里的噪声限值采用国际标准化组织（ISO）噪声评价 NR（Noise Rating）曲线族，有利于工程设计中按频率（倍频带中心频率）来处理噪声。

在实际中，还经常以 A 计权声级作为室内允许噪声的标准，有些厂商给出的设备噪声也只是一个 A 计权声级，而不给设备噪声频谱。A 计权声级的数值与噪声评价曲线 NR 数之间有大致上的对应关系，即  $NR = L_A - 5$ 。

通过对国内部分体育馆比赛大厅噪声情况的调查，其噪声分别低于 NR-27~NR-37（或 32dBA~44dBA），平均为 NR-33（或 39dBA），因而将比赛大厅的背景噪声限值定为 NR-35。

贵宾休息室的噪声限值是依据现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GBJ118 中的有关规定而确定的。

虽然本规程第 4.3.1 条提出了“宜设置设备室”的要求，但因各种原因，仍会有一些体育馆只设置扩声控制室不设置设备室。参考《有线广播录音、播音室声学设计规范和技术用房技术要求》GYJ26 中的有关规定，将体育馆扩声控制室的噪声限值定为 NR-35。

电视评论员室、扩声播音室的噪声限值是参考《同声传译室的一般特性和装置》ISO2603 中的相关规定而确定的。

### 3.2 噪声控制和其他声学要求

**3.2.1** 利用比赛大厅周围的条件作为隔绝外界噪声的措施时，应同时考虑这些空间内的活动也会给比赛大厅带来干扰，因此这些空间的吸声降噪处理也很重要。

**3.2.3** 电视评论员室与同声传译室有许多相似之处，故电视评论员室的混响时间依据 ISO2603 中的相关标准确定。电视评论员室内表面做吸声处理既是为了降低混响时间，也是为了消除较强声反射。

**3.2.4** 空调系统的消声、降噪处理，应首先考虑用土建方式解决大风量通风的消声。实践证明这种方式不仅可以充分利用空间、消声频带较宽、花费较少，而且隔声效果又好。

**3.2.5** 系指因用地条件所限，在建筑群总体布置、单体建筑设计都作了充分的考虑后而无法完全避免设备用房与主体建筑相连的情况，须考虑采取特殊的降噪、减振措施。

## 4 扩 声 设 计

### 4.1 一 般 要 求

4.1.2 在实际活动中,有时各子系统同时独立工作,向不同的听众扩声;有时需合并为一个系统,同一节目扩声。

4.1.3 体育馆内观众噪声较高(经常可达65~70dB),为保障扩声可懂度,第三级的最大声压级应高于一般语言扩声用的厅堂的指标。由于扩声传声器所处的声场条件与听众处无大差别,提高传声增益受到更大的限制,因而只能规定一个可能达到的数值。系统噪声取决于系统电指标信噪比,在系统正常工作时,电噪声远低于馆内背景噪声,故不需对系统噪声作定量规定。如因系统工作不正常引起的交流声及嘶声,则应排除故障。

4.1.4 固定系统永久性地安装于馆内,供日常活动使用,流动系统可按特殊活动需要临时安放。体育馆举行一些非经常性的活动(如有特殊艺术效果要求的文艺演出、表演活动等),这些活动使用要求变化大,质量要求高,但次数少。无论从技术考虑还是从经济上考虑,这类活动的扩声设施以部分或全部临时安装为宜。

4.1.5 这类场所主要是语言扩声。

### 4.2 传声器与扬声器系统的设置

4.2.1 体育馆扩声传声器的指向性特性严重地影响系统的传声增益,故强调之。在馆中,一般传声器线很长,故以低阻平衡为宜。

4.2.2 本条规定为了提高传声增益,同时为避免声场的强度—时间结构不合理而造成声缺陷,影响清晰度的提高。

4.2.3 表4.1.3规定的特性指标是必要的,但不够充分,其他

影响音质和清晰度的因素，目前尚没有成熟到可以定量规范设计的程度，故作了一些定性限制，供设计时掌握。

**4.2.4** 暗装扬声器组外面的装饰会影响扬声器组的辐射特性（频响、指向性等），因此推荐明装。但有时不可避免暗装扬声器系统。在设计时，格条尺寸（宽和深）可按小于控制频率范围的上限频率波长的  $1/2$  考虑，以尽可能减少不利的影响。

### 4.3 扩声控制室

**4.3.1** 目前不少扩声设备和设备机柜带有冷却用的排风扇，运转时产生噪声，影响工作，因此建议在可能条件下做设备室。

体育馆比赛大厅中有活动时，经常需要在扩声控制室对场内广播一些通知、注意事项等，为避免播音人员与扩声系统操作人员之间互相干扰，建议在条件允许的情况下做扩声播音室。

**4.3.3** 可控硅调光设备干扰扩声系统的主要途径之一就是通过电源，因此应尽可能将扩声设备的电源与可控硅调光设备的电源分开。

**4.3.4** 此管线是供流动设备与扩声控制室之间讯号连接用。

## 5 声学测量

### 5.1 一般要求

**5.1.1** 体育馆竣工后的声学测试对检验体育馆是否达到声学设计要求和清楚了解体育馆的声学状况便于日后使用都是必要的。对总结声学设计的经验教训,提高声学设计水平也是十分有益的。

**5.1.3** 本规程第 4.1.3 条中规定允许比赛场地扩声特性指标比观众席降低一级。为便于分别考核观众席、比赛场地的声学状况,允许对测得的数据分别加以处理。

**5.1.4** 当多个声压级的差值都在 9dB 以内时,其代数平均值与能量平均值之差小于 2dB。此时代数平均值可近似看作是能量平均值。

**5.1.5** 如第 4.1.3 条说明,本规范所列的必测声特性指标还不够充分地决定音质和清晰度。而在一般工程中,不可能进行繁复的、带有探索性的项目测试。为保证听感符合使用要求,规定作主观试听是必要的。

### 5.3 测量条件

**5.3.3** 调音台的音调调节是用来根据不同需要对声音信号进行不同处理,不是声系统的固定音调补偿,所以测量时需排除这一因素。

**5.3.4** 依据现行国家标准《厅堂扩声特性测量方法》GB 4959 及《厅堂混响时间测量规范》GBJ 76 中的相关规定确定。

#### 5.3.6

1) 为避免墙面、地面等反射面对测量数据的影响,测点与墙面、地面的距离应大于所测  $1/3$  或  $1/1$  倍频带中心频率的  $1/4$

波长。体育馆测量项目的下限中心频率为  $63 \sim 125\text{Hz}$ ，其  $1/4$  波长为  $1\text{m}$  左右。观众坐在椅子上，观众耳朵的实际平均高度为  $1.2\text{m}$ 。中国男子站立时，耳朵平均高度为  $1.55\text{m}$ ，加上鞋底厚度，耳朵平均高度近  $1.6\text{m}$ 。测点距地面的高度是综合考虑以上因素而规定的。

2) 根据体育馆座位多，声场常具对称性的特点，强调选点的代表性，以减少测量工作量。在对称轴线上往往声场干涉较厉害，有时这里是走道，这样测量意义就不大。因此在对称轴线附近测量，应偏离对称轴线一定的范围。为使测点分布均匀，可在测量区域内每隔几个座位选一点，再每隔几排选一点。

3) ~ 5) 根据体育馆的使用功能，其声学要求不如剧院、音乐厅那样高，为对体育馆的声学状况有一基本了解并减少测量工作量，故如此规定测点数目。

## 5.4 测量方法

5.4.1 用测试扬声器放出噪声信号并施加于扩声系统传声器上的方法也可测量传输频率特性，但此方法比规程第 5.4.1 条中给出的方法复杂一些。

5.4.2 在体育馆中举行的各种活动（集会、比赛、演出等），使用扩声系统时，传声器一般均距使用者较近，很少有远距离拾声的情况出现，所以只规定测试声源置于传声器前  $0.5\text{m}$ 。

当设计所定的传声器使用点不明确时，将传声器置于主席台一排中点及主席台中线上、距主席台  $2/3$  比赛场地宽度处是基于以下几点考虑：

在体育馆举行的大多数活动，一般都要在主席台一排设置、使用传声器；

在进行羽毛球决赛、乒乓球决赛等比赛时，主裁判的话筒位置大约在主席台中线上，距主席台  $2/3$  比赛场地宽度处；

在比赛场地上设置演出区时，一般都设在主席台对面的比赛场地上。传声器的使用范围大致为从比赛场地中部至远离主席台

一侧的比赛场地。

因此当设计所定的使用点不明确时,按本条规定确定传声器使用点就能基本了解大多数使用情况下的传声增益。

**5.4.3** 本条给出了两种将电信号直接馈入扩声系统调音台输入端来测量最大声压级的方法。

窄带噪声法使得测量最大声压级与测量传输频率特性可以同时进行(只要测量最大声压级时,测出每一个  $1/3$  oct 或  $1/1$  oct 频带噪声信号输入扬声器系统的输入电压;测量传输频率特性时,调节噪声输出除满足第 5.3.4 条的规定外,同时满足本条规定)。

在测量及数据处理工作量方面,宽带噪声法比窄带噪声要少很多,故给出宽带噪声法供测量时选择。

测量最大声压级时,声级太低对声场激发不够,但信号太强,容易损坏扩声系统高音扬声器音头,因此规定用  $1/10 \sim 1/4$  功率,当声压级接近 90dB 时还可用小于  $1/10$  的功率。